

**Universidad Católica del Trópico Seco
“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”**



**Trabajo de tesis para optar al título profesional de
Ingeniero Agropecuario**

**Hidrodinámica de fuentes subterránea en el Valle de Jalapa, Nueva
Segovia 2017**

Autores

Harol Medardo Gómez

Luis Carlos Rivas Olivas

Tutor

M.Sc. Manolo José Valle Mendoza

Asesor

PhD. Oscar Enrique Bustamante Morales

Estelí, septiembre de 2018

INDICE GENERAL

#

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 El Agua.....	4
3.2 Mantel de agua.....	4
3.3 Hidrodinámica.....	4
3.4 Gradiente Hidráulico.....	4
3.10 Pozo.....	5
3.11 Pozos artesianos.....	6
3.12 Pozos freáticos.....	6
3.14 Aguas subterráneas.....	8
3.15 Sobre explotación de las aguas subterráneas.....	10
3.17 Agua y saneamiento.....	12
3.18 Medio ambiente y recursos naturales.....	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1 Ubicación del Estudio.....	14
4.3 Definición de variable con su operacionalización.....	16
4.4 Metodología de estudio.....	17
4.5 Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos.....	18
4.6. Procedimiento para el análisis de resultados.....	19

V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
5.1 Zonas de recarga y descarga del acuífero.....	20
5.3 Nivel estático del agua	23
VII. RECOMENDACIONES.....	33
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	34
IX. ANEXOS	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Enumeración y clasificación de pozos según las comunidades en estudio.....	15
Tabla 2.Definición de las variables de estudio.....	16
Tabla 3.Resultados de desnivel de abatimiento	22
Tabla 4. Comparación del desnivel y descenso en metros en ambas épocas del año 2017.	24
Tabla 5.Comparación del desnivel y descenso de datos históricos.....	25
Tabla 6. Cantidad de población agrupada por zona del área de estudio	27
Tabla 7.Respuestas y comentarios obtenidos de los Grupos Focales	29
Tabla 8.Especies Forestales más comunes en la zona de estudio	30

DEDICATORIA

A Dios, primeramente, por guiarnos en este camino ya que, sin Él, nada sería posible, permitirme terminar esta etapa de mi vida.

A mi madre Flora Adilia Gómez Castellón, quien nunca perdió su fe en mí, siempre me apoyo hasta donde pudo y espero que hoy en día donde Dios la tenga, se encuentre muy orgullosa de mí.

A toda mi familia, que siempre me apoyo dándome herramientas de estudios y sobre todo dándome ánimos, para poder formarme como profesional y así poder defenderme en la vida.

A mi esposa Yajaira Lisseth Navarro Blandón quien desde que está a mi lado me ha apoyado con su amor y comprensión, siempre haciéndome ver que todo es posible con esfuerzo, sobre todo con la ayuda de Dios, a mis hijos quienes son mi inspiración para seguir adelante, en el buen camino.

Harol Medardo Gómez

El presente trabajo de investigación lo dedico primeramente a Dios, por concederme la vida y el conocimiento a lo largo de este tiempo, así emprender mi éxito en mi formación profesional.

A mis padres y tías, por su esmerada dedicación, apoyo incondicional, afectivo y económico en todo ese tiempo.

A mi esposa Anielka Castillo, por su amor, su cariño incondicional, apoyo en las decisiones y adversidades presentadas, a mis maestros que han sembrado en mí el conocimiento y virtudes necesarias para la vida.

Luis Carlos Rivas Olivas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos este trabajo primeramente a Dios, por brindarnos la sabiduría de haber culminado esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas, que nos dieron buenos consejos de cómo lograr y cumplir nuestro objetivo.

A nuestros compañeros de trabajo por su apoyo y aporte de su conocimiento, en la elaboración de mapas e imágenes, que contribuyen a un mejor entendimiento de los resultados obtenidos.

A los profesores del área de Investigación, por su amabilidad a nuestro tutor y en especial al PhD Oscar Enrique Bustamante Morales, por sus aportes ya que sin ellos no hubiese sido posible desde un inicio poder documentar y elaborar un buen trabajo.

Finalmente, a la Universidad, a través de ella hemos cultivado cada uno de los conocimientos y nos permitió retomar y encaminarnos nuevamente mediante el curso de seminario de tesis, los conocimientos para la realización de este trabajo, agradecemos a cada uno de los profesores que cultivaron nuestro saber, en cada uno de los años que tuvimos el grato privilegio de haber cursado nuestra carrera.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Valle de Jalapa del departamento de Nueva Segovia en dos estaciones climáticas del año 2017. Como objetivos del estudio están describir la hidrodinámica del agua subterránea, identificar las zonas de recarga y descargas en función de la proyección de líneas de flujo del manto freático, comparar los niveles freáticos estacionarios y valorar los riesgos ambientales de origen antropogénico presentes en la zona de abatimiento, el estudio se realizó en las dos estaciones (verano e invierno) del año 2017. Para la sección de las comunidades a estudiar se tomó en cuenta una hoja cartográfica a escala 1:50000, una herramienta de planificación a nivel nacional, se seleccionaron las comunidades que están a una distancia entre los 5 a 10 Km tomando el centro del valle como punto de referencia, se ubicaron los pozos con el uso de un Geoposicionador satelital (GPS) y se definieron coordenadas para la elaboración de mapas en el programa de Microstation, para el procesamiento y ubicación. Del análisis, se encontró que la superficie piezométrica del Valle no se mantiene estable y se puede observar la variación del Nivel estático del Agua, la profundización del agua en los pozos y la formación de conos de abatimiento que demuestran descensos considerables en la zona sur del valle. Las direcciones del flujo en la zona de estudio van de oeste a noreste buscando la descarga hacia el Rio Lindo. A criterio la población las principales especies forestales existentes en la zonas de recargas han ido desapareciendo, esto debido mayormente al avance de la frontera agrícola, áreas destinadas para la agricultura, la deforestación en áreas protegidas, el cual son un factor importante para la captación de aguas y su infiltración en el subsuelo y que favorecen el caudal de los ríos.

Palabras claves: Hidrodinámica, Cambios de abatimiento, Nivel estático, Dirección de flujo, profundización.

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas subterráneas son unas de las fuentes más seguras para uso potable y para fines agronómicos. Primero porque las fuentes subterráneas tienen menos posibilidades de ser contaminadas, lo segundo debido a que los niveles de fluctuación, en los periodos estacionarios, son menores que las fuentes superficiales, ya que algunas de estas hasta desaparecen en época seca (Córdoba, Méndez Cruz y González Talavera, 2003).

Nicaragua es un país especialmente privilegiado en cuanto a recursos hídricos, cuenta con 38,668 m³ /cápita/año, lo que posiciona al país por encima del promedio para los países de Centroamérica. A pesar de ello, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, ha tenido un gran impacto en la disponibilidad. Es por ello que se considera que Nicaragua tiene escasez económica de agua, la falta de recursos financieros para utilizar y mantener las fuentes de agua con calidad adecuada para consumo humano, el país ha iniciado actividades para establecer una política y legislación apropiadas para la gestión integral del agua (FAO, 2007).

El 90% de la población en el norte y centro de Nicaragua se abastece del agua subterránea. La disponibilidad de los recursos hídricos para los diferentes usos, no sólo depende de los volúmenes de agua superficial y subterránea, sino también de la fluctuación de niveles de agua y de la calidad de estos recursos (Castillo, 2007).

En Nicaragua la pérdida de los bosques se ha venido incrementando en los últimos veinte años, esto ha contribuido en mayor parte a la disminución de los recursos hídricos, existe actualmente 3.1 millones de bosque natural, no obstante, en el país se pierde un promedio de 70000 a 130000 hectáreas de bosque al año, esta masiva deforestación se ha venido produciendo por el avance de la frontera agrícola (La Prensa, 2016).

En el valle de Jalapa cuenta con la mayor parte de la superficie de terreno dedicado a la agricultura, ganadería y explotación forestal, dónde en la última década ha predominado el cultivo del tabaco, que con el tiempo ha venido desgastando los suelos, la sobre explotación del agua por medio del riego indiscriminado, afectando así a la población en general y perjudicando los mantos acuíferos lo cual influye en la profundización de las aguas (Gutiérrez, Milder 2000).

El presente estudio, tiene como propósito describir la hidrodinámica de fuentes subterránea en las dos estaciones climáticas del Valle de Jalapa, periodo 2017, permitiendo determinar el comportamiento de las zonas de recarga y descarga de las fuentes hídrica en función de la proyección de línea de flujo del manto freático, tomando en cuenta los riegos ambientales de origen antropogénico.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Describir la hidrodinámica de fuentes subterránea en dos estaciones climática del valle de Jalapa, en el periodo 2017.

Objetivos específicos

Identificar las zonas de recarga y descarga de las fuentes hídrica del valle, en función de la proyección de línea de flujo del manto freático.

Comparar los niveles freáticos estacionarios de la época seca y lluviosa, en relación al registro histórico de las fuentes.

Valorar los riesgos ambientales de origen antropogénico presentes en la zona de abatimiento.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 El Agua

Según, Holdridge (1987) el agua es un compuesto químico de características físicas específicas. Por sus características físicas y por la abundancia en la tierra, el agua es un componente esencial del clima. Esta es evaporada de las masas descubiertas de agua y de otras superficies húmedas. Posteriormente el vapor es condensado y depositado directamente en el suelo u otras superficies como rocío o neblina para formar nubes, desde donde regresa a la tierra como precipitación.

3.2 Mantel de agua

Este nombre tan original en hidrogeología corresponde a la superficie de una corriente de agua subterránea. El mantel de agua comúnmente tiene una inclinación hacia cualquier lado, que corresponde a la pendiente general de la superficie de la corriente. La profundidad del agua freática depende de la posición del mantel de agua con relación a la superficie de la tierra. Allí donde hay una depresión, el agua no está muy profunda y donde existe una elevación, esta es profunda. Estas características debemos considerarlas, ante todo para que nos ayude a determinar la profundidad del agua en los futuros pozos de agua subterráneas (Larionov, 1985).

3.3 Hidrodinámica

Es el recorrido subterráneo del agua, así como su comportamiento ante una extracción inducida (bombeo). El agua subterránea se mueve en curvas serpenteantes que son un compromiso entre el empuje hacia abajo de la gravedad y la tendencia del agua a desplazarse hacia zonas de presión reducida. (Martínez & Ruano, 1998)

3.4 Gradiente Hidráulico

Es la dirección del flujo de las aguas subterráneas, debido a los cambios en la profundidad del nivel piezométrico. El agua subterránea se mueve en la dirección en que decrece el potencial hidráulico total, de manera que, si se mantienen constantes todos los demás factores, la cuantía del movimiento de aquella en el seno de la zona saturada depende del gradiente hidráulico.

3.5 Concepto de potencial hidráulico

Si se construye un pozo hasta una profundidad dada dentro de la zona saturada del sustrato y se instala la rejilla o tubería filtrante exclusivamente en ese punto, el agua ascenderá por el interior de la tubería del pozo hasta una altura determinada, en que se encuentre en equilibrio con la presión atmosférica. Dicha altitud o cota absoluta corresponde al potencial hidráulico de ese punto, y físicamente representa, en altura, la energía de que dispone el agua en el punto considerado del subsuelo (Tarbuck & Lutgens, 1999)

3.6 Nivel Piezométrico

Es la altitud o la profundidad del límite entre la capa freática o zona vadosa en un acuífero.

3.7 Nivel Estático del Agua

Es el nivel del agua en el pozo con respecto al mar, donde se obtiene restando los metros sobre el nivel del mar (msnm), menos la profundidad del pozo.

3.8 Conos de Abatimiento

Es el descenso del manto freático en metros en un punto del mapa, lo cual permite tener cambios de mayor o menor alcance en los pozos.

3.9 Superficie Piezométrica

Son dimensiones que unen los puntos que señalan la geometría, que unen los puntos que señalan altura.

3.10 Pozo

Es un agujero taladrado en la zona de saturación a través de los cuales se extrae el agua subterránea. Los pozos sirven a modo de pequeños depósitos de los cuales migra el agua subterránea y pueden bombearse a la superficie. (Tarbuck & Lutgens, 1999)

Por consiguiente, para asegurar un abastecimiento continuo de agua, un pozo debe penetrar debajo del nivel freático. Cuando se extrae agua de un pozo, el nivel freático se reduce. Este efecto, denominado “descenso de nivel” disminuye al aumentar la distancia desde el pozo. El resultado es una depresión en el nivel freático, de forma aproximadamente cónica, conocida como “cono de depresión”.

Dado que el cono de depresión aumenta el gradiente hidráulico cerca del pozo, el agua subterránea fluirá más de prisa hacia la apertura. Para la mayoría de los pozos domésticos más pequeños, el cono de depresión es despreciable. Sin embargo, cuando los pozos están siendo bombeados con mucha intensidad para el riego o con fines industriales, la extracción del agua puede ser lo bastante grande como para crear un cono de depresión muy ancho y empinado. Esto puede reducir sustancialmente el nivel freático de un área y secar los pozos poco profundos de los alrededores. (Tarbuck & Lutgens, 1999)

Se distinguen dos tipos de pozos: artesianos y freáticos. A continuación, se detallan las características de estos pozos.

3.11 Pozos artesianos

Los pozos que retiran agua de un acuífero artesiano, son llamados pozos artesianos (Monsalve, 1999). Estos pozos pueden ser:

a) Pozos artesianos surgentes: En este caso al perforar un pozo el agua saldrá por sí sola a la superficie, de tal forma, que alcanzará cierta altura sobre el terreno a manera de un surtidor y se dice que el nivel piezométrico en ellos es positivo.

b) Pozos artesianos no surgentes: En este caso el agua no alcanza de por sí la superficie del terreno y hay que completar la diferencia mediante el bombeo y se dice que en estos el nivel piezométrico es negativo.

3.12 Pozos freáticos

Son pozos que retiran agua del freático. Según Duque Escobar (2009) manifiesta que si en un pozo excavado en un terreno en el que existe una capa acuífera con alimentación continua y

fondo impermeable horizontal o con una pequeña pendiente cuyo nivel freático tiene determinada altura y se comienza a extraer agua se provocará una depresión y las superficies del agua no será ya el plano horizontal, estos pozos se consideran ordinarios o freáticos.

3.13 Acuíferos

Es el resto de agua que seguirá su trayecto a través de aquellas formaciones geológicas que cuando tienen una capacidad de almacenar y transferir agua, se denominan acuíferos (Martínez & Ruano, 1998). Un manto acuífero, puede ser una capa de grava, de arena, de calizas cavernosas o de una gran masa de roca no porosa, pero fracturada como el granito. Los mantos acuíferos pueden tener unos o pocos metros de espesor o varios cientos, pueden estar situados a poca profundidad o a mucha y pueden tener una extensión pequeña o hasta de cientos de kilómetros cuadrados, aunque casi siempre son extensión limitada.

Los mantos acuíferos pueden ser depósitos de sedimentos no consolidados, zonas fracturadas de rocas ígneas, calizas, cavernosas y muchas otras formaciones geológicas que transmiten libremente el agua subterránea (Martínez Alfaro, 2005)

Según (Monsalve, 1999), existen dos modos de ocurrencia de agua subterránea, de acuerdo con la naturaleza y la disposición de estratos que lo rodean, los mantos acuíferos se clasifican:

a) Acuífero freático: Es aquel en cuya superficie actúa la presión atmosférica. La presión del agua varía en su pendiente y en la forma de esta, y en dependencia de las áreas de recarga y descarga, de la intensidad del bombeo y de la permeabilidad de la formación.

Los incrementos y decrementos del nivel de agua corresponden a los cambios de volumen de agua almacenada en el manto acuífero.

Un caso especial de acuíferos freático son los llamados “acuíferos colgados” que son los propios de lugares donde una masa de agua subterránea está separada de la principal por un estrato relativamente impermeable de pequeñas áreas (Guzmán, 1982)

b) Acuíferos artesianos: Son aquellos en que el agua está limitada por la parte superior, por estratos muy pocos permeables o impermeables, que le impiden al agua tomar la posición que tendrían los mantos sino fueran artesianos.

3.14 Aguas subterráneas

El agua saturada por debajo de la superficie freática, es la propiamente denominada agua subterránea o freática, es decir aquella agua que llena los intersticios y poros de las rocas (Martínez Alfaro, 2005)

El agua subterránea, representa el mayor depósito de agua dulce que resulta fácilmente accesible a los seres humanos su valor en términos de economía y de bienestar humano es incalculable. (Tarbuck & Lutgens, 1999)

Desde el punto de vista geológico, el agua subterránea es importante como agente erosivo. El agua subterránea es un compensador de flujos de escorrentía (Guzmán, 1982).

El agua subterránea, es pues, una forma de almacenamiento que mantiene las corrientes fluviales durante los periodos de ausencia de precipitación.

3.14.1 Captación de las aguas subterráneas

La captación de las aguas subterráneas, así como su utilización para el riego u otra actividad depende de las condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas. (Guzmán, 1982)

La toma de agua subterránea se realiza con más frecuencia mediante pozos corrientes. Por lo general, los pozos tienen carácter de grupo y pueden estar distribuidos en varios lugares sobre un tercio rico en agua subterránea. (Guzmán, 1982)

Un pozo es una obra de ingeniería y como tal debe proyectarse, calcularse y ejecutarse de acuerdo con ciertas técnicas establecidas que toman en consideración los factores siguientes: condiciones geológicas, profundidad probable y gastos requeridos

3.14.2 Nivel freático del agua

Según Tarbuck & Lutgens (1999), el nivel freático corresponde al límite superior de la zona de saturación del agua subterránea. El nivel freático, es importante para predecir la productividad de los pozos y explicar los cambios del flujo de las corrientes y los manantiales, así como las fluctuaciones del nivel de las aguas, se debe cartografiar y estudiar a detalle el nivel freático, donde los pozos son numerosos porque el nivel del agua en los pozos coincide con el nivel freático.

Varios factores contribuyen a la irregularidad superficial del nivel freático. La causa más importante es que el agua subterránea se desplaza muy despacio y a velocidades variables bajo diferentes condiciones.

Debido a ello, el agua tiende a “apilarse” debajo de las áreas altas entre valladas de corrientes fluviales. Si la lluvia cesara por completo, estas “colinas” de agua freática se hundirían lentamente y se aproximarían de manera gradual al nivel de los valles.

No obstante, en época de mucha sequía, el nivel freático puede descender lo suficiente como para secar los pozos pocos profundos, otras causas de la falta de uniformidad del nivel freático son las variaciones de precipitación y permeabilidad de un lugar a otro. Incluso durante períodos secos, el desplazamiento del agua subterránea hacia él cause mantiene un flujo en la corriente. En situaciones como ésta, se dice que las corrientes son efluentes.

Por el contrario, en las regiones áridas, donde el nivel freático, está bastante por debajo de la superficie, el agua subterránea no puede contribuir al flujo de la corriente. Por consiguiente, las únicas corrientes permanentes en esas áreas son las que se originan en las regiones húmedas. Bajo esas condiciones, la zona de saturación situada debajo del suelo del valle es abastecida por infiltración desde él cause de la corriente, que a su vez produce un pandeo hacia arriba del nivel freático. El nivel freático puede fluctuar considerablemente a lo largo de un año, descendiendo durante las estaciones secas y elevándose tras los períodos de lluvia.

3.15 Sobre explotación de las aguas subterráneas

Según (Martínez & Ruano, 1998), como ocurre con muchos de nuestros valiosos recursos naturales, el agua subterránea está siendo explotada a un ritmo creciente. En algunas zonas la sobre explotación amenaza la existencia del abastecimiento del agua subterránea.

En otros lugares, hay preocupación por la posible contaminación del abastecimiento de las aguas subterráneas. La conciencia progresiva de la vulnerabilidad de los recursos hídricos globales ha llevado cierto retraso en lo referente a las aguas subterráneas.

Las causas han estado posiblemente ligadas en el desconocimiento bastante generalizado del comportamiento del agua en el subsuelo. No hay que olvidar que aun hoy apareciendo referencias a ríos y embalses subterráneos de inagotables recursos.

Dado que se ha ido tomando conciencia que los recursos subterráneos son limitados y vulnerables, se han empezado a hacer estudios sobre la exploración de estos.

Los efectos no deseados de la sobreexplotación de las aguas subterráneas son:

- ✓ Disminución y agotamiento de reservas
- ✓ Empeoramiento de la calidad del agua
- ✓ Afecciones a derechos y caudales de agua ya aprovechados por terceros
- ✓ Impactos medio ambientales y ecológicos
- ✓ Subsistencia del terreno

La naturaleza de los materiales superficiales influye mucho en la velocidad del movimiento del agua subterránea y en la cantidad de agua subterránea que pueda almacenarse. Dos factores son especialmente importantes: la porosidad y la permeabilidad.

3.16.1 Efectos cuantitativos del sobre explotación

Según (Martínez & Ruano, 1998), un efecto cuantitativo de la sobre explotación cuando las extracciones superan los recursos renovables y sus síntomas físicos más evidentes será el descenso no recuperado del nivel piezométrico. Un incremento continuo de número de captaciones o del volumen total bombeado en este caso el descenso del nivel podría indicar simplemente que la variación de ese parámetro sigue obligado al sistema a buscar nuevas situaciones de equilibrio dinámico.

3.16.2 Efectos cualitativos del sobre explotación.

Otra manifestación negativa de la sobre explotación de un acuífero pueden ser aquellas que supongan una modificación no deseable en las características fisicoquímicas del agua, cualquier explotación que implique a sistemas acuíferos en que coexistan masas de agua de distintas características fisicoquímico, podrá dar al lugar a una degradación de la calidad del agua captada por un efecto de contaminación inducida. (Martínez & Ruano, 1998)

3.16.3 Efectos socioeconómicos

Entre los efectos socioeconómicos más relevantes se destacan:

- Impacto económico por incremento de costos energéticos de bombeo, necesidad de nuevas inversiones en sondeo de restitución o reprofundización.
- Necesidad de tratamientos intermedios en el caso de contaminación de las aguas.
- Efectos de subsidencia: Daños a infraestructura y edificaciones.
- Conflictividad social por el impacto sobre el aprovechamiento o concesiones precedentes (Martínez, Ruano, 1998).

3.16.4 Efectos Medio-ambientales

Respecto al impacto ambiental se hablará de la sobre explotación de un acuífero cuando el grado de explotación tenga efectos negativos sobre el medio natural, es decir cuando se da por ejemplo un regadío intenso.

También está relacionado a:

- La subsidencia del terreno causada por la extracción de agua subterránea.
- La contaminación salina y contaminación por contaminante (Martínez & Ruano, 1998)

La corriente de agua freática puede apreciarse si medimos la posición de la superficie del agua en los pozos. La información sobre la disposición del nivel es muy importante, ya que ayuda a establecer la cantidad de agua en la capa y resolver lo relacionado con la profundidad en que se necesita cavar el pozo.

En las formaciones artesianas o confinadas, el agua se encuentra sobre un lecho de rocas impermeables y otros estratos de rocas impermeables le sirven de techo. Al perforarse el techo de agua esta busca el nivel correspondiente a la superficie piezométrica, o incluso, si esta se encuentra por encima de la superficie terrestre, el pozo será surgente, o sea, derramará su agua en la superficie.

3.17 Agua y saneamiento

A nivel municipal se cuenta con, 349 conexiones domiciliarias, que se abastecen de 7 pozos, 6 de los cuales trabajan 24 horas al día sin parar, semanalmente se hacen mediciones de niveles y pruebas de calidad. Para el 2017 se lanza un proyecto de suministro de agua con una fuente ubicada en el noroeste del municipio de Jalapa en la comunidad del Escambray, por lo que todos los pozos serán inhabilitados de forma permanente. El reporte de bombeo de agua por día: es de 2,083 m³, más 983 m³; entre 6 pozos más 283 m³ de agua que se utiliza menos. (ENACAL, 2006)

El total de conexiones en áreas rural denominados CAPS (Comité de Agua Potable Y Saneamiento) son la base de abastecimiento en las áreas rural, actual mente se cuenta con 129 conexiones, unos atendido por los CAPS y ENACAL, de los cuales son beneficiadas 79803 familias y 14794 viviendas, (Alcaldía Municipal de Jalapa, 2016).

3.18 Medio ambiente y recursos naturales

En el municipio de Jalapa los recursos naturales han sido explotados irracionalmente, de tal manera que hoy en día la población sufre los efectos del mal uso de los recursos naturales. En la actualidad la sobre explotación de los bosques, según datos de los propios empresarios, genera al país millones de dólares, pero nada se le devuelve a la comunidad para proteger los recursos forestales. (Gutiérrez, 2000)

Se demanda la recuperación del medio ambiente, se trata de buscar cómo resolver los problemas de contaminación de los ríos, reforestación, el uso racional del recurso hídrico.

Fortalecimiento de los recursos humanos, se trata de mejorar la capacidad técnica de los productores en cuanto a la conservación del suelo y el uso de insumos más racionales. Aprovechamiento del potencial hídrico por irrigación a áreas de vocación agrícola.

Impulsar y fortalecer la gestión comunitaria, fortalecer el eslabón último de la producción que es la comercialización, y esto implica mayores niveles de gestión y organización comunal.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del Estudio

Este trabajo se realizó en el valle Jalapa del departamento de Nueva Segovia, tiene una extensión de 154 km², ubicada a 300 km, de Managua, capital de la república. Se encuentra localizada entre las coordenadas 13°55' de latitud norte y 86°7' longitud oeste, y elevaciones comprendida 600 hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), y forman la cordillera de Dipilto y Jalapa, con una superficie de 686.88 km².

El clima de zona tropical y precipitación es tropical húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 23 y 24°C, con una Precipitación pluvial 1400mm aproximadamente anualmente y la densidad poblacional es de 79 habitantes por kilómetros cuadrados.

En el Valle de Jalapa están reportados siete pozos perforados, 40 pozos comunales excavados a mano y 60 de carácter privado según (ENACAL, 2015).

4.2 Población y muestra

Se tomó una muestra de manera aleatoria simple, de pozos ubicados en el valle, tomando en cuenta el criterio de selección, que en un mapa a escala 1: 50,000 están dentro y cerca de las coordenadas del mismo Valle de 5 a 10 km según la extensión territorial (Guzmán 1982).

Mediante una técnica cualitativa y tomando en cuenta que el valle es la zona más baja, el estudio se realizó en 20 comunidades, en las cuales en cada una se encuentran constituidos los CAPS (Comité de Agua Potable y Sanidad), donde se formaron grupos focales con el fin de conocer los diferentes factores que influyen en los escasos recursos naturales y la problemática actual del agua, a los habitantes de las comunidades que hacen uso del recurso hídrico, igualmente se realizó entrevistas dirigidas a líderes comunitarios de las comunidades con mayor índice de habitantes y como segunda población a muestrear son los 20 pozos, a los cuales por medio de la sonda eléctrica, se le midió el nivel estático del agua, se clasificó y enumeró los pozos en un orden de acuerdo a cada visita y toma de datos de cada uno de los pozos.

Tabla 1.Enumeración y clasificación de pozos según las comunidades en estudio

No. Del Pozo	Localización del Pozo
1	LA MIA
2	APASULU
3	AGUAS CALIENTE
4	INTELITE CASA ROJA
5	TASTALI
6	TASTALI YUMPALI
7	EL JUNCO
8	EL CARBON
9	EL PORTILLO
10	NUEVO AMANECER
11	RIO ABAJO
12	PASMATA
13	EL TRAPICHE
14	SAN ANTONIO DE CHUSLI
15	CHUSLI
16	PATASTE
17	SANTA ROSA
18	SONLOLI
19	LA GARITA
20	LOS CHIQUIRINES

4.3 Definición de variable con su operacionalización

Tabla 2. Definición de las variables de estudio

No.	Variable	Definición	Objetivo	Técnica/Instrumento
1	Zonas de recarga y descarga del acuífero	Son las fuentes hídricas que proyectan las líneas de flujo del manto freático.	Identificar las zonas de recargas y descargas en función de la proyección de línea de flujo del manto freático.	Análisis cartográfico de los mapas estacionales, según el número de dirección de líneas de flujo y hacia donde se dirigen
2	Cambios de abatimiento	Descenso del manto freático en metros en un punto del mapa	Identificar las zonas de recargas y descargas en función de la proyección de línea de flujo del manto freático.	Se obtiene superponiendo los mapas estacionales
3	Nivel estático del agua	Es el nivel del agua en el pozo con respecto al mar.	Comparar los niveles freáticos estacionarios de la época seca y lluviosa.	Se obtiene restando el nivel de la superficie del suelo (msnm) menos la profundidad del agua
4	Profundidad del agua	Es la distancia en metros desde la superficie del terreno hasta la superficie del agua en el pozo	Comparar los niveles freáticos estacionarios de la época seca y lluviosa.	Se obtiene a través de la medición con una sonda eléctrica
5	Factores que intervienen en el abatimiento, profundidad de las aguas, riesgos antropogénicos y el uso que se le da actualmente al recurso hídrico de los pozos	Se consideraron factores a aquellos elementos que afectan directa o indirectamente la recarga de los acuíferos, tomando en cuenta tanto los ambientales como los sociales	Valorar los riesgos ambientales, de origen antropogénico presentes en la zona de abatimiento.	Por medio de entrevistas, dirigidas a representantes o líderes de las comunidades y grupos focales a los CAPS, de las comunidades involucradas en las áreas de las muestras

4.4 Metodología de estudio

Para una ubicación específica de los pozos, utilizamos las coordenadas con unidad básica UTM (La gestión unificada de amenazas, que comúnmente), es un término de seguridad de la información que se refiere a una sola solución de seguridad y, por lo general, a un único producto de seguridad que ofrece varias funciones de protección en un solo punto en la red. Datum es un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con los cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico, Datum verticales miden elevaciones o profundidades.

El proceso de investigación se desarrolló en dos etapas: época de verano y época de invierno, en las dos etapas se hizo lo siguiente:

Sobre una hoja cartográfica a escala 1:50000, de un mapa que se han considerado una herramienta de planificación a nivel nacional, se definió coordenadas con el fin de ubicar en el campo aquellos pozos cercanos a éstas, ubicándonos en el centro del valle como punto de referencia, seleccionamos los pozos que están a una distancia de 5 a 10 Km partiendo del centro hacia los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur; Este, Oeste) considerando el criterio de Guzmán (1982); por medio de los datos históricos sobre el nivel de las aguas, ya existentes en INETER. Igualmente, durante esta etapa se utilizó el equipamiento necesario para la etapa de campo como la sonda eléctrica.

4.4.1 Fase de campo

Con el uso de un Geoposicionador satelital (GPS), se ubicaron los pozos en el campo, a partir de las coordenadas que previamente tomamos en cada pozo seleccionado durante el estudio, y con este mismo se usó un sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum WGS84, Zona 16 para su ubicación. Se tomó el nivel estático (NEA) del pozo, con la sonda eléctrica, tanto en época seca como en lluviosa.

La sonda eléctrica funciona de la siguiente manera:

- Introducir el cable dúplex en el pozo. Este cable consta de un alambre positivo y un negativo, en el extremo posee un electrodo, que al hacer contacto con el agua activa el tester; ya que el agua es un conductor de energía, que transmite la corriente de la batería que posee el tester.
- Cuando el tester enciende indica que hay paso de corriente en el aparato, por lo que en ese momento se toma la medida de la profundidad del agua hasta el brocal del pozo, con el cable dúplex graduado en pie. A esta medida se le resta la altura del brocal (Anexo 2).
- Se tomó la altitud de cada pozo con el GPS a esta medida se le resta la profundidad del pozo para obtener el nivel estático del agua (NEA).

4.4.2 Fase de Gabinete

Con los datos tanto históricos como actuales, se elaboró 3 mapas a escala 1:50000 en el programa Microstation, el cual es un programa de procesamiento y ubicación de coordenadas de los puntos tomados con el GPS, para determinar donde se encuentran actualmente los pozos.

Por medio de grupos focales que se elaboraron con los CAPS, de las comunidades de la zona de estudio y entrevistas realizadas a líderes comunitarios, determinaremos los factores que intervienen en el aumento o disminución de las aguas subterráneas y los riesgos ambientales de origen antropogénico presentes en la zona, identificando los elementos que afectan las fuentes de agua tanto ambientales como sociales.

4.5 Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos

Toda la información recopilada en tablas de toma de datos (anexo 3), más observación constante del comportamiento de las variables en estudio, entrevistas con líderes comunitarios, grupos focales elaborados con representantes de las comunidades y que conforman los comités de agua potable y saneamiento (CAPS).

4.6. Procedimiento para el análisis de resultados

Con los datos tanto históricos como actuales se elaboraron mapas a escala 1:50000 en el programa Microstation, el cual es un programa de procesamiento y ubicación de coordenadas de los puntos tomados con el GPS, para determinar donde se encuentran actualmente los pozos. En el programa Excel se ordenaron las bases de datos, posteriormente, se realizó gráficas de resultados de entrevistas en el programa de gráficos Sigma Plot 11.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Zonas de recarga y descarga del acuífero

5.1.1 Dirección de flujo en las dos estaciones del año 2017

Los niveles del agua subterránea en el valle de Jalapa en el año 2017 oscilan desde los 600 msnm hasta los 700 msnm, el cual tiene una área de extensión total de 157.086KM²

Con las flechas direccionales ubicadas en las curvas del mapa, se pudo determinar cuatro diferentes líneas del flujo subterráneo que van en las siguientes direcciones:

La primera curva en uno de los puntos altos de la zona de estudio, ubicado en la comunidad el Pataste con una altura a 767 msnm en cual refleja una formación de isolíneas piezométrica de agua subterráneas donde se observa líneas a menor distancia donde se determina que la dirección flujo va de Oeste a Este entre las comunidades Santa Rosa, la Garita, Sonloli, Río Abajo y los Portillo, siguiendo el flujo hacia las zonas más bajas o de descarga.

La segunda curva que va en dos direcciones desde el Este hacia el Norte y hacia el Sur siguiendo la dirección del flujo a como se observa en el mapa, donde la formación de isolíneas piezométrica de aguas subterráneas encontrándose a una distancia media en dos direcciones del punto más alto hacia el Norte y hacia el Sur, ubicada específicamente en las comunidades Nuevo Amanecer, con una altura 701 msnm.

En la tercera curva donde se observa una formación de isolíneas piezométrica en menor distancia ubicada entre las comunidades de Yumpali, Tastali y los Chiquirines con altura 696 msnm, donde se encuentra una dirección de flujo que va de Oeste a Este hacia las comunidades el Junco, y el Carbón, observándose sobre la dirección curvas a mayor distancia buscando las zonas más bajas con relación a la línea de flujo.

En la cuarta curva donde se observa una formación de isolíneas piezométrica a mayor distancia ubicada en las comunidades Aguas Calientes, Apasulo, La Mía e Inteli Casa Roja, con una altura 709 msnm; donde la línea de flujo va en dirección Suroeste, buscando las zonas de descarga en la parte más baja.

Este comportamiento del drenaje subterráneo coincide con el planteamiento de Bach, (2002) en el que considera que las aguas se desplazan por el acuífero desde estos niveles energéticos más altos o de recarga a los puntos más bajos o de descarga. Estas zonas de descarga pueden ser ríos o lagos, por debajo del nivel freático.

5.2 Cambios de abatimiento

Para obtener la variación del descenso en metros en ambas épocas del año y determinar igualmente la proyección de los flujos del manto freático comparamos las alturas en metros sobre el nivel del mar (msnm) de verano vs invierno obteniendo un desnivel el cual se puede observar en la siguiente gráfica:

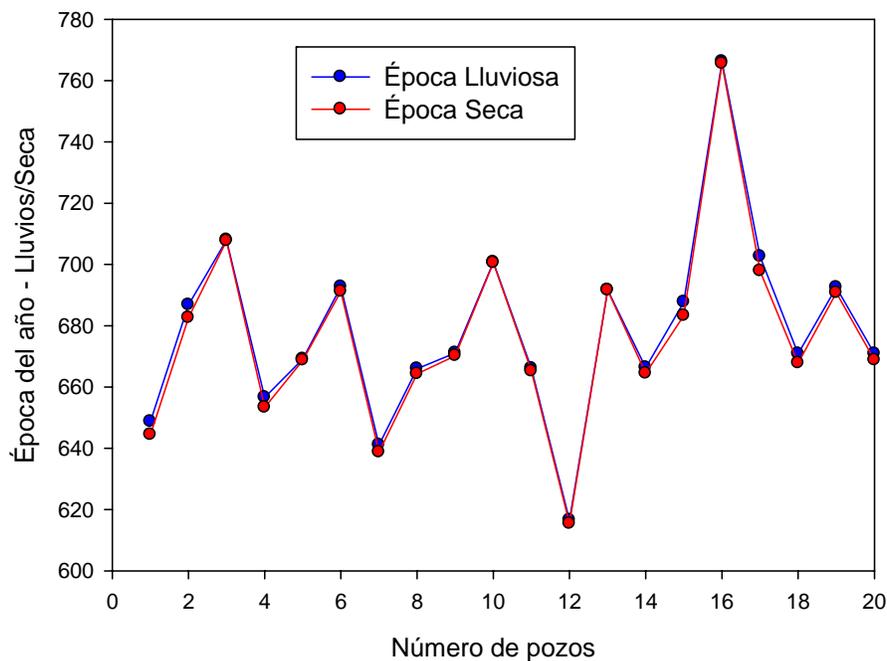


Figura 1: Diferencia del Abatimiento entre la Época seca y lluviosa.

En la figura No.1 se separaron los pozos en dos grupos:

1. Pozos con mayor cambio de abatimiento (1, 2, 4,5,9,15, 17,18 y 20)
2. Pozos con menor cambio de abatimiento (3,6,7,8,10,11,12,13,14,16 y 19)

En los resultados obtenidos, se logró identificar las zonas con mayor y menor abatimiento, causando desniveles considerables, en los pozos en estudios y así tomar decisiones que nos

permitan, preservar, cuidar y evitar un impacto ambiental considerable en la población, en cuanto al recurso agua.

De acuerdo al resultado se clasificó las zonas con mayor y menor abatimiento de la siguiente manera:

De 3- 4 metros (Mayor Desnivel)

De 1 a 2 metros (Desnivel Intermedio)

De 0 a 1 metros (Menor Desnivel)

Tabla 3.Resultados de desnivel de abatimiento

Resultados de Desniveles de Abatimiento	
ZONA NORTE	
PASMATA	Desnivel Intermedio
EL TRAPICHE	Menor Desnivel
SAN ANTONIO DE CHUSLI	Menor Desnivel
CHUSLI	Mayor Desnivel
ZONA ESTE	
SONLOLI	Mayor Desnivel
RIO ABAJO	Menor Desnivel
LOS PORTILLOS	Menor Desnivel
NUEVO AMANECER	Menor Desnivel
EL JUNCO	Desnivel Intermedio
EL CARBON	Desnivel Intermedio
ZONA OESTE	
SANTA ROSA	Mayor Desnivel
EL PATASTE	Menor Desnivel
LA GARITA (SECTOR 10)	Desnivel Intermedio
YUMPALI	Desnivel Intermedio
ZONA SUR	
LA MIA	Mayor Desnivel
LOS CHIQUIRINES	Desnivel Intermedio
TASTASLI	Menor Desnivel
INTELI CASAS ROJAS	Mayor Desnivel
AGUAS CALIENTES	Menor Desnivel
APASULU	Mayor Desnivel

Como resultado en la tabla 3 la diferencia del abatimiento entre la Época seca y lluviosa, nos permiten determinar las diferentes categorías de los pozos en estudio, de acuerdo al desnivel presentado por el abatimiento. En los pozos con mayor cambio de abatimiento según el estudio dicha variación se debe a los siguientes factores:

- A. Expansión de la frontera agrícola
- B. Expansión de la frontera ganadera
- C. Deforestación (planes de manejo deficiente)
- D. Uso de cultivo con mayor demanda de agua (Tabaco, Arroz)
- E. Uso inadecuado de prácticas agrícolas: malas obras de conservación de agua, sistema de riego deficiente

Pozos con menor cambio de abatimiento:

En estos pozos el uso es un poco más racional debido a que la frontera agrícola y ganadera no ha avanzado tanto con relación a los otros pozos y en este caso los productores se dedican a la agricultura mayormente en época de invierno.

5.3 Nivel estático del agua

Observamos variación de la profundización de las aguas subterráneas en el verano con relación al invierno con descensos en metros significativos obteniendo desniveles conforme a los NEA obtenidos del estudio realizado en el Valle de Jalapa 2017, el cual existe mayor desnivel en las comunidades de La Mía, Apasulu de la zona sur del valle y de las comunidades de Santa Rosa, Chuslí de la zona norte del valle y de la parte este la comunidad de Sonloli, y con menor desnivel se observan en las comunidades de Yumpali, El Carbón ,El portillo, Rio Abajo, Pasmata, El Pataste, La Garita (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación del desnivel y descenso en metros en ambas épocas del año 2017.

No. Del Pozo	Localización del Pozo	Altura del Agua	Altura del Agua	Desnivel en mts
		(NEA en msnm) Invierno	(NEA en msnm) Verano	
1	LA MIA	648.70	644.45	4.25
2	APASULU	686.82	682.57	4.25
3	AGUAS CALIENTE	708.00	707.70	0.30
4	INTELITE CASA ROJA	656.64	653.32	3.32
5	TASTALI	669.10	668.73	0.37
6	TASTALI YUMPALI	692.70	691.16	1.54
7	EL JUNCO	641.07	638.72	2.35
8	EL CARBON	665.98	664.30	1.68
9	EL PORTILLO	671.12	670.18	0.94
10	NUEVO AMANECER	700.74	700.54	0.20
11	RIO ABAJO	666.07	665.16	0.91
12	PASMATA	616.55	615.41	1.14
13	EL TRAPICHE	691.70	691.55	0.15
14	SAN ANTONIO DE CHUSLI	666.30	664.47	1.83
15	CHUSLI	687.70	683.28	4.42
16	PASTASTE	766.20	765.54	0.66
17	SANTA ROSA	702.60	697.85	4.75
18	SONLOLI	670.85	667.78	3.07
19	LA GARITA	692.50	690.77	1.73
20	LOS CHIQUIRINES	670.84	668.77	2.07

Históricamente en el Valle de Jalapa presenta mayores índices de elevación del nivel estático del agua con relación a los obtenidos mediante nuestro estudio el cual fue elaborado con coordenadas reales y ubicadas sobre los pozos localizados en el valle y a pesar de existir pocos datos registrados. Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), en el área de Hidrología encontramos información basada en una hoja de mapa topográfica a escala 1:50,000 de 1988, lo cual se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Comparación del desnivel y descenso de datos históricos

POZO	ELEVAC.	N.E.A. del Pozo	
1	685.00	14.90	670.10
2	725.00	12.93	712.07
3	678.00	11.32	666.68
4	658.65	4.55	654.10
5	681.00	4.10	676.90
6	659.00	7.03	651.97
7	658.00	0.00	658.00
8	662.00	0.00	662.00
9	680.00	7.70	672.30
10	689.42	4.22	685.20
11	709.52	3.37	706.15
12	689.20	3.50	685.70
13	689.42	10.12	679.30
14	679.27	9.27	670.00
15	669.70	9.29	660.41
16	660.00	3.73	656.27
17	662.60	4.15	658.45
18	657.25	4.10	653.15
19	669.20	2.15	667.05
20	649.20	6.90	642.30

5.4 Profundidad del agua.

La distancia en metros desde la superficie del terreno hasta el espejo de agua de cada pozo muestreado nos indica la profundidad, el cual se obtuvo midiendo con el uso de la sonda eléctrica.

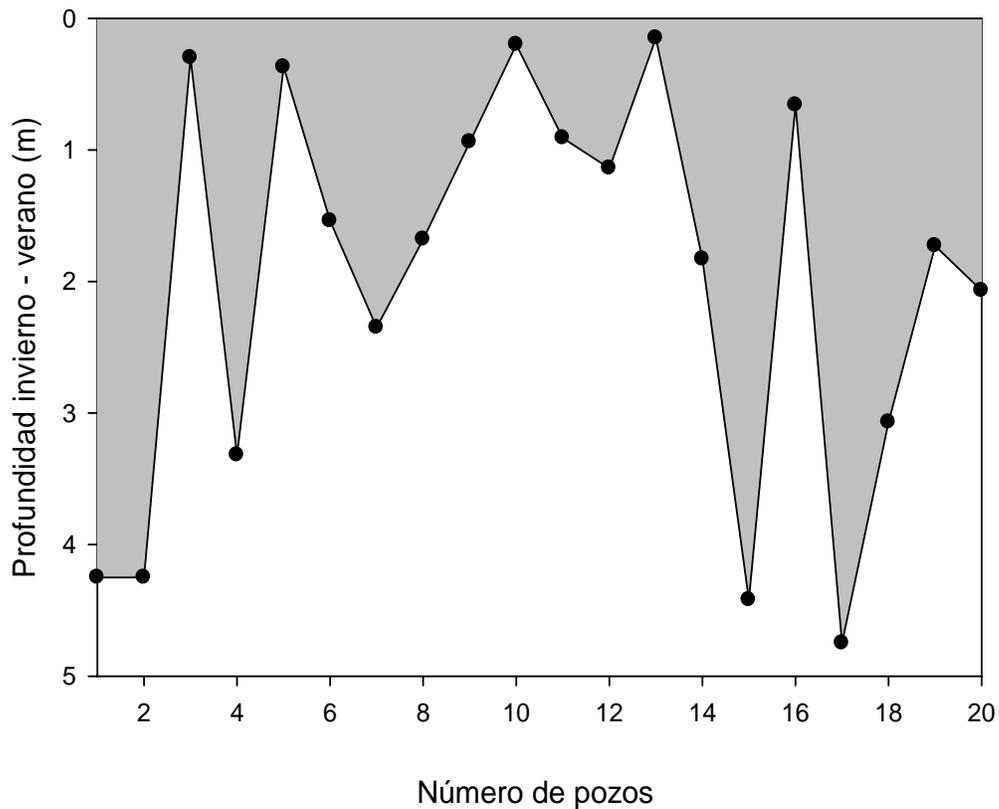


Figura 2: Variación de la profundidad del agua en ambas épocas

Una vez ubicados en el lugar de localización del pozo medimos a que distancia se encuentra el agua a partir de la superficie de la tierra restando la altura del brocal que se encuentra construido cada pozo, para un mayor entendimiento de la Figura 2, podemos observar que existe una diferencia de la altura del agua en las comunidades de La Mia, Apasulu, Inteli Casas Rojas, Chusli, Santa Rosa y Sonloli con una diferencia entre 3 a 4 metros en el verano conforme al invierno, siendo estas las comunidades con mayor escases de las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas, ya que con la medición de los pozos nos indican los puntos más críticos en estas comunidades y la profundización de las aguas, también se muestra el mismo desnivel del espejo de agua observado en cada pozo en el resto de comunidades no hay mucha variación de esta profundidad .

5.5 Factores que intervienen en el abatimiento, profundidad de las aguas y el uso que se le da actualmente al recurso hídrico de los pozos.

Mediante la técnica cualitativa para la selección de las comunidades a estudiar y por sus cercanías entre ellas y ubicación geográfica en el mapa, las separamos en cuatro zonas para la formación de grupos focales dando una composición de la población lo cual se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 6. Cantidad de población agrupada por zona del área de estudio

	POBLACION	VIVIENDAS
ZONA NORTE		
PASMATA	743	140
EL TRAPICHE	1045	230
SAN ANTONIO DE CHUSLI	118	26
CHUSLI	853	160
ZONA ESTE		
SONLOLI	839	202
RIO ABAJO	701	150
LOS PORTILLOS	42	82
NUEVO AMANECER	753	140
EL JUNCO	360	87
EL CARBON	806	150
ZONA OESTE		
SANTA ROSA	856	170
EL PATASTE	241	41
LA GARITA (SECTOR 10)	1170	170
YUMPALI	986	230
ZONA SUR		
LA MIA	5000	930
LOS CHIQUIRINES	658	195
TASTASLI	2891	484
INTELI CASAS ROJAS	796	143
AGUAS CALIENTES	240	40
APASULU	647	42
TOTAL	19745	3812

Fuente: (Alcaldia Municipal de Jalapa, 2015)

5.5.1 Factores que intervienen en la profundización y abatimiento de las aguas

¿Cuánto tiempo tienen de vivir en este municipio?

Para determinar el tiempo que los habitantes consultados tienen de vivir en la zona de estudio y de esta manera asegurarnos que participaron en los Grupos Focales conocen bien sobre cómo se ha venido comportando las fuentes hídricas existentes en la zona. Figura 3

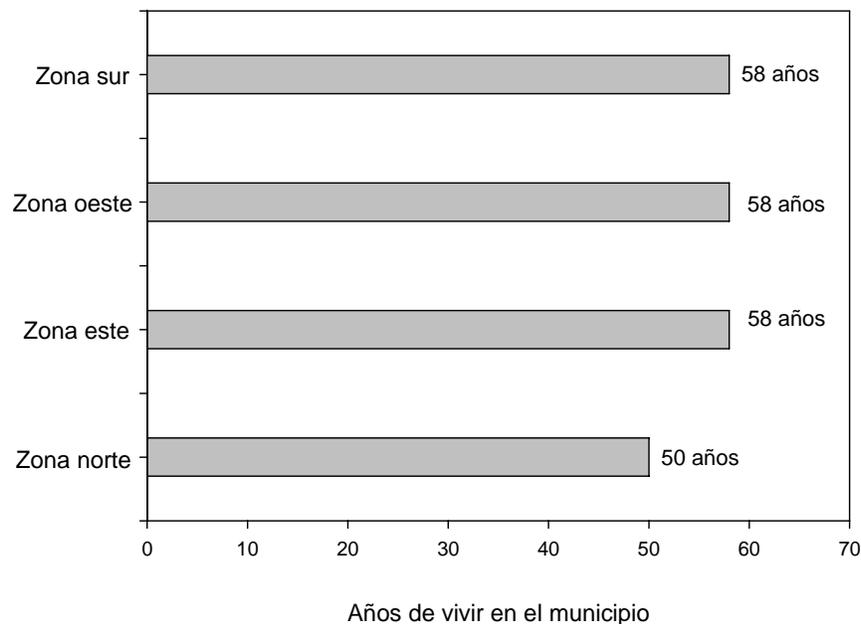


Figura 3: Promedios de año de habitar de la población de estudio

Observamos que el tiempo de habitar de la población en estudio, en cuanto a la ubicación geográfica, (Norte, Sur, Este, Oeste), todos los habitantes consultados son de 50 años o más, lo que nos indica que, en esa edad, ya tiene los conocimientos y la experiencia de como se ha venido dando el comportamiento del medio ambiente en su comunidad. Esos nos indican más veracidad en la información obtenida y confiabilidad en los datos ya que son personas que cuentan con el conocimiento histórico de la zona.

Tabla 7. Respuestas y comentarios obtenidos de los Grupos Focales

PREGUNTA ESTIMULO	SINTESIS DE LA INFORMACION RECOLECTADA			
	ZONA NORTE	ZONA SUR	ZONA ESTE	ZONA OESTE
¿Cuánto tiempo tiene de construido este pozo?	50 AÑOS	65 AÑOS	70 AÑOS	55 AÑOS
¿En la construcción del pozo colaboro la comunidad, el gobierno o alguna ONGS?	La construcción fue por esfuerzo propio	La construcción fue por esfuerzo propio	La construcción fue por esfuerzo propio	La construcción fue por esfuerzo propio
¿Si hay escases de agua o baja el nivel de las aguas subterráneas esto en que le afectaría?	Afectaría ya que el agua potable de la zona es limitada y con las aguas de los pozos se suplen otras necesidades de utilización de agua como lo es el consumo del agua para ganado	Se nos haría difícil ya que el agua potable es bien racionada y las opciones de abastecimiento solo dependen de un alto nivel de las aguas tanto subterráneas como superficiales	Afectaría ya que el agua potable de la zona es limitada y no haríamos las labores domésticas y afectaría la salud	Afectaría ya que el agua potable de la zona es limitada y no haríamos las labores domésticas
¿Qué cambios ha observado en las fuentes de agua (ríos, ojos de agua y quebradas) y cuánto tiempo permanecen activos?	Después del huracán Mich comenzó más fuertes las sequias de las fuentes de agua ya que también hizo despale en la zona por parte del hombre	Los ríos se secan en verano, solo en época lluviosa se observa caudal	En los meses de febrero a mayo bajan los niveles aumentan cuando comienzan las lluvias esto se puede notar en la quebradas y ríos como el Rio Lindo que pasa cerca de aquí se seca en verano	En los meses de febrero a mayo bajan los niveles aumentan cuando comienzan las lluvias esto se puede notar en la quebradas que hacen estos cambios
¿A qué se debe la profundización de las aguas en esta zona?	Por el despale, uso de motores para riego de tabaco y cultivo de granos básicos en la época seca, y la frontera agrícola	Al mal uso continuo que se le está dando a las fuentes hídricas sobre todo con los riegos sin control.	Antes se mantenía el nivel del agua en el pozo ahora se secó debido a el riego del cultivo del tabaco y la frontera aguacola ya que cerca de aquí se hizo despale para siembra de granos básicos	Por el despale en esta zona en las partes altas de la zona y al uso de riego para cultivo de tabaco

Se encontró como podemos ver en el cuadro 5 que la mayor cantidad de pozos fueron construidos hace más de 40 años esto puede deberse a que ahora existen muchos lugares donde se cuenta con sistemas de agua potable por tubería y con sistemas de bombeo, las construcciones de los pozos son por esfuerzos propios y de manera artesanal, se determinaron los factores que influyen en la profundización y escases de las aguas subterráneas son:

- Avance de las fronteras agrícola
- Riego sin control por parte de los productores de tabaco
- Fenómenos naturales
- Despale indiscriminado
- Falta conocimiento sobre la conservación del agua
- Afectación en las zonas de recargas (tala de especies de árboles que mantienen el agua para la creación de áreas de cultivo del café)
- Mal utilización del recurso hídrico

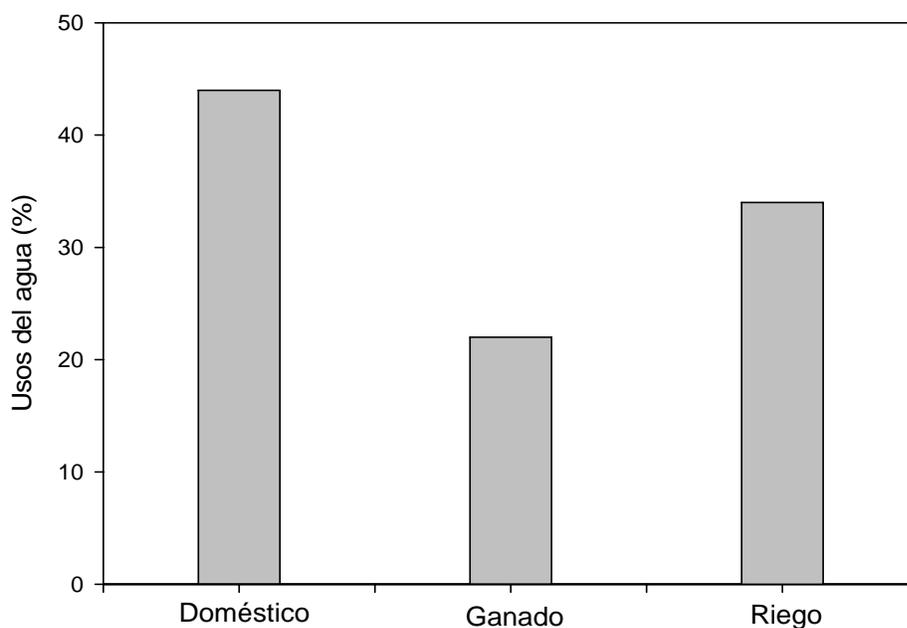
Tabla 8. Especies Forestales más comunes en la zona de estudio

Zona	Nombre común	Nombre científico
Zona norte (Pásmata, El Trapiche, San Antonio de Chuslí, Chuslí)	Gualiqueme	<i>Eritrina Lanceolata</i>
	Mango	<i>Mangifera indica</i>
	Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>
	Cuajinicuil	<i>Inga spuria</i>
Zona este (Sonloli, Rio Abajo, Los portillos, Nuevo Amanecer, El Junco, El Carbón)	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>
	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>
	gualiqueme	<i>Eritrina Lanceolata</i>
Zona oeste (Santa Rosa, El pataste, La Garita, Yumpali)	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>
	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>
	Cuajinicuil	<i>Inga spuria</i>
Zona sur (La Mia, Los Chiquirines, Tastali, Inteli Casas Rojas, Aguas Calientes, Apasulu)	Mangos	<i>Mangifera indica</i>
	Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>
	Acacias	<i>Acacia sensu lato</i>
	Carbón	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>

Igualmente, mediante los grupos focales y entrevistas a líderes comunitarios encontramos que las especies de árboles más comunes (cuadro 6) por cada zona y que son ocupadas como prendones, cercas vivas y como propósito principal la reforestación, para conservar las fuentes de agua más cercano.

5.5.2 Uso que se le da actualmente al recurso hídrico de los pozos.

Figura 4. Porcentaje del uso del agua extraída de los pozos



Como se muestra en la figura 4 la mayoría de la población usa el agua para el autoconsumo (45%), es decir para las labores cotidianas que se realizan en el hogar. Un 37% de los consultados utilizan el agua con fines de riego y un 25% pocos para consumo animal. Esto manifiesta que la escasez de agua ha incidido mayoritariamente en el hogar.

VI. CONCLUSIONES

La hidrodinámica de fuentes subterránea en las dos estaciones la podemos ver con la proyección de las líneas de flujos de las aguas, el cual van desde los puntos más altos y forman las corrientes que drenan hacia el Río Lindo que constituye la descarga del flujo subterráneo del Valle, las cuales son alimentadas por las zonas de recarga.

Mediante los mapas elaborados, identificamos las comunidades que son parte de la zona de recarga entre las que están: Yumpali, Aguas Caliente, El Pataste y Nuevo Amanecer.

Se presenta curvas de Isolíneas Piezométrica con desplazamientos que van de Oeste a Noreste del Valle, el cual están más separadas entre sí lo que nos muestra la parte más baja que es la de descarga y las líneas más cercanas representan la parte más alta o de recarga.

Con el análisis cartográfico elaborado en este estudio del Valle de Jalapa: los cambios de abatimiento, la variación del nivel estático del agua (NEA) y la profundización de las aguas subterráneas se ve más en los pozos ubicados en La Mía y Apasulu donde hay un descenso de 4.25 metros en la zona sur y los pozos ubicados en Chuslí con un descenso de 4.15 de la zona norte y Sonloli con un descenso de 3.07 de la zona este.

En comparación de los niveles freáticos en las dos épocas del año en el valle de jalapa, con relación a los datos históricos, se muestran variaciones mucho mayores en diferentes puntos del valle que van con variaciones de 10 a 14 metros de diferencia, sobre todo en las comunidades donde hay mayor abatimiento de las aguas para las diferentes actividades agrícolas y siembra del cultivo del tabaco, arroz y granos básicos.

El descenso de los niveles de las aguas subterráneas, a criterio de la población se debe a la sobreexplotación de las fuentes hídricas por los riegos sin control que se utiliza para cultivos de tabaco, fenómenos naturales (sequía), la deforestación e inadecuadas prácticas de conservación de suelo y agua para plantaciones del cultivo del café en las zonas de recarga; estos influyen en las precipitaciones, por lo tanto no se enriquecen los mantos acuíferos.

VII. RECOMENDACIONES

Debido a que el nivel de las aguas subterráneas ha descendido considerablemente en algunos puntos del valle es necesario tomar en cuenta las siguientes medidas para conservar o recuperar los niveles de los años anteriores:

Reforestar principalmente las zonas de recarga, ya que es la parte alta del Valle y la que alimenta las áreas de descarga y otras fuentes de agua, principalmente con especies que siempre han predominado en las zonas.

Realizar un uso racional de las aguas subterráneas, concientizando a los pobladores a proteger estas fuentes, utilizando menos las fuentes de agua para los cultivos como tabaco, arroz y granos básicos en verano.

Realizar capacitaciones y asambleas comunitarias en conjunto con los CAPS, encargados de áreas de medio ambiente municipal y empresarios para una mayor organización y participación de los pobladores del valle para contribuir a la protección de los recursos hídricos.

Elaboración de una ordenanza municipal que controle horarios de riegos en el cultivo de Tabaco principalmente, ya que también es una de las actividades que también generan fuentes de empleos a los pobladores.

Uso de instrumento de precisión para una disminución en los márgenes de error, esto en cuanto a la ubicación de un punto de referencia del cual se permita tomar los datos, que nos den veracidad en el estudio y un mejor calculo medio conforme a las elevaciones del nivel del mar.

Realizar un intercambio de conocimientos interinstitucional (Alcaldía, Enacal, Inafor, Marena, Univesidad, ONG, Empresarios, CAPS) y todos los sectores involucrados del municipio de Jalapa en la protección y preservación de los recursos naturales, esto con el fin de tener un mayor conocimiento y seguimiento de este estudio, de esta manera identificar los daños que actualmente se están dando tanto de origen ambiental como social que afectan las aguas superficiales y subterráneas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

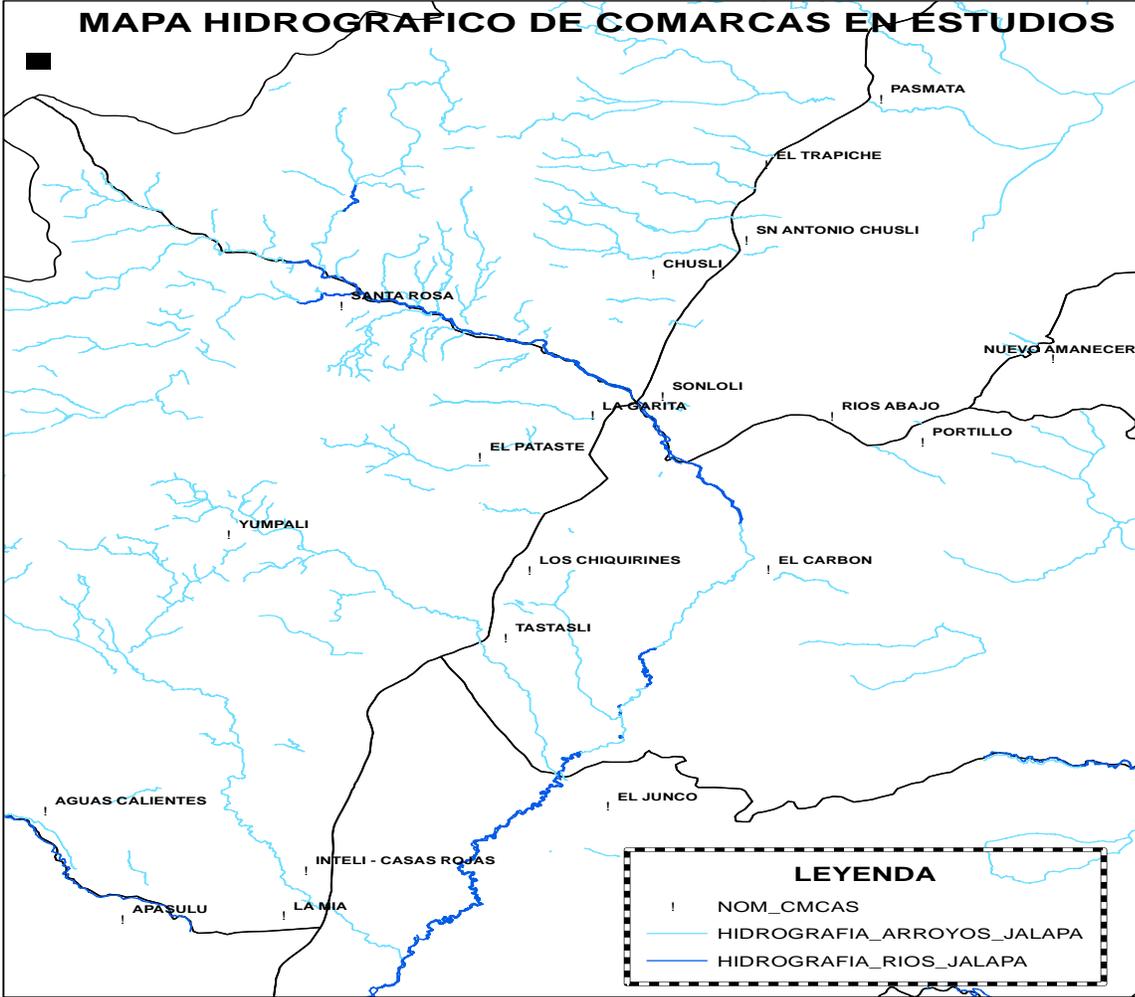
- Alcaldía Municipal de Jalapa. (2015). Comisión Ambiental. Jalapa.
- Castillo, E. (2007). Hidrología General . Managua : UNAN Managua .
- CENSO POBLACIONAL INIDE. (2005). CARACTERIZACION DEMOGRAFICA. NUEVA SEGOVIA.
- Córdoba, B., Méndez Cruz, E., & González Talavera, J. (2003). Hidrodinámica del agua subterránea en el Valle de Condega. Tesis para optar al título de Ingeniero Agropecuario, UCATSE, Estelí, Nicaragua.
- Duque Escobar, G. (2009). Manual de Geología para Ingeniería. Manual. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillado. (2007). ABC sobre el recurso agua y su sustitución en Nicaragua. Managua.
- ENACAL. (2006). ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua. Jalapa, Nueva Segovia.
- FAO. (2007). Recursos Hídricos. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_res/indexesp.stm
- Gutiérrez, M. (2000). Estudio Hidrológico Socioeconómico en el Valle de Jalapa. Jalapa, Nueva Segovia : Isnaya.
- Guzmán, R. (1982). Hidrogeología . La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida (5ta Reimpresión ed.). San José, Costa Rica: IICA.
- La Prensa. (29 de marzo de 2016). Frontera Agrícola se come los bosques en Nicaragua, pág. 1.
- Martínez Alfaro, P. E. (2005). Fundamentos de Hidrogeología. Mundi-Prensa. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Martínez, J., & Ruano, P. (1998). Aguas Subterráneas-Captación y Aprovechamiento. Sevilla, España: Progenisa.
- Monsalve, G. (1999). Hidrología en la ingeniería (2da.ed. ed.). Colombia: Alfa y Omega.
- PLAN AMBIENTAL MUNICIPAL JALAPA, NUEVA SEGOVIA. (2015). JALAPA.

Tarbuck, & Lutgens. (1999). Ciencias de la Tierra. Introducción a la geología física. Madrid, España: Prentice Hall.

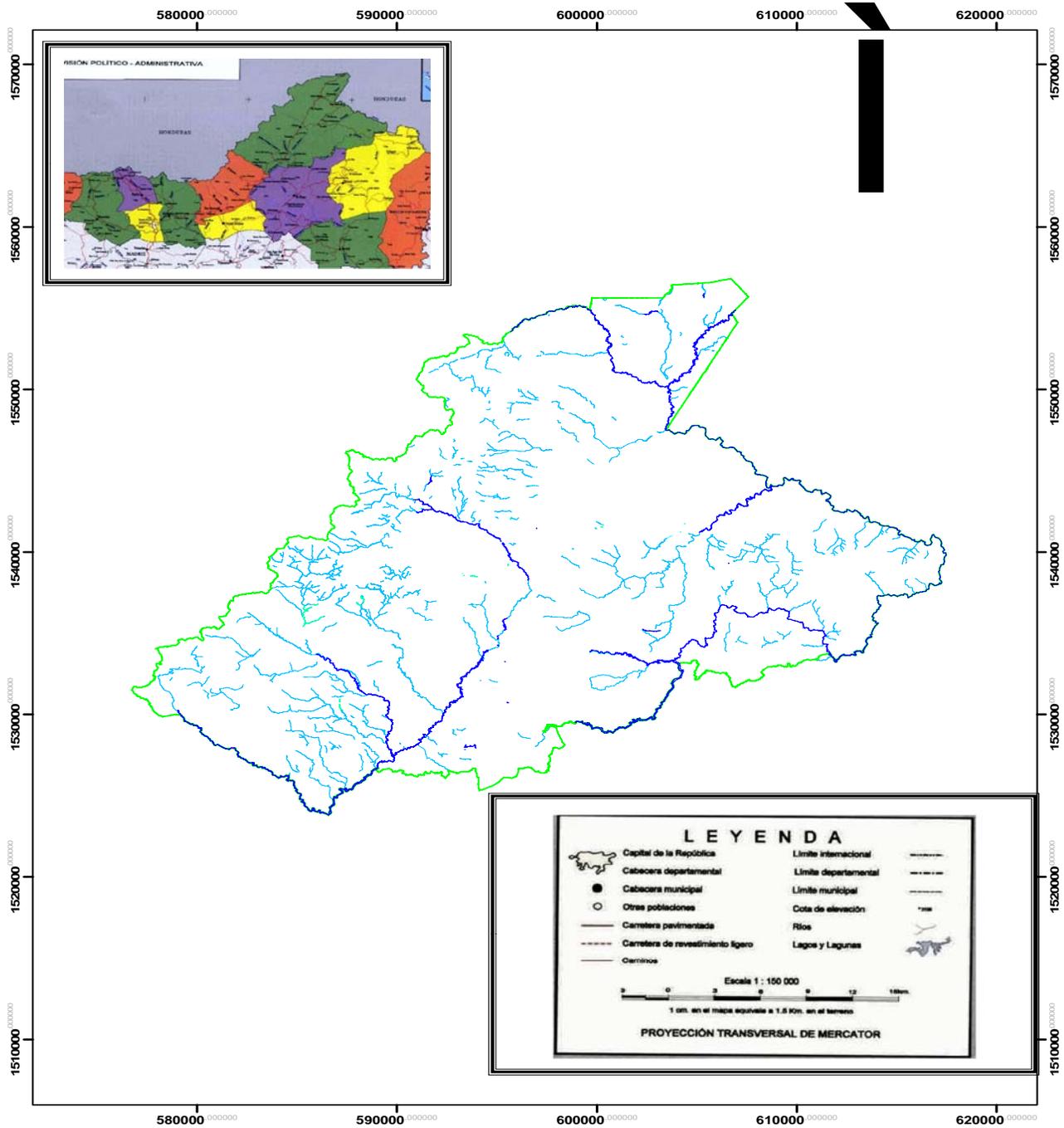
IX. ANEXOS

ANEXO I. Mapas elaborados en la zona de estudio.

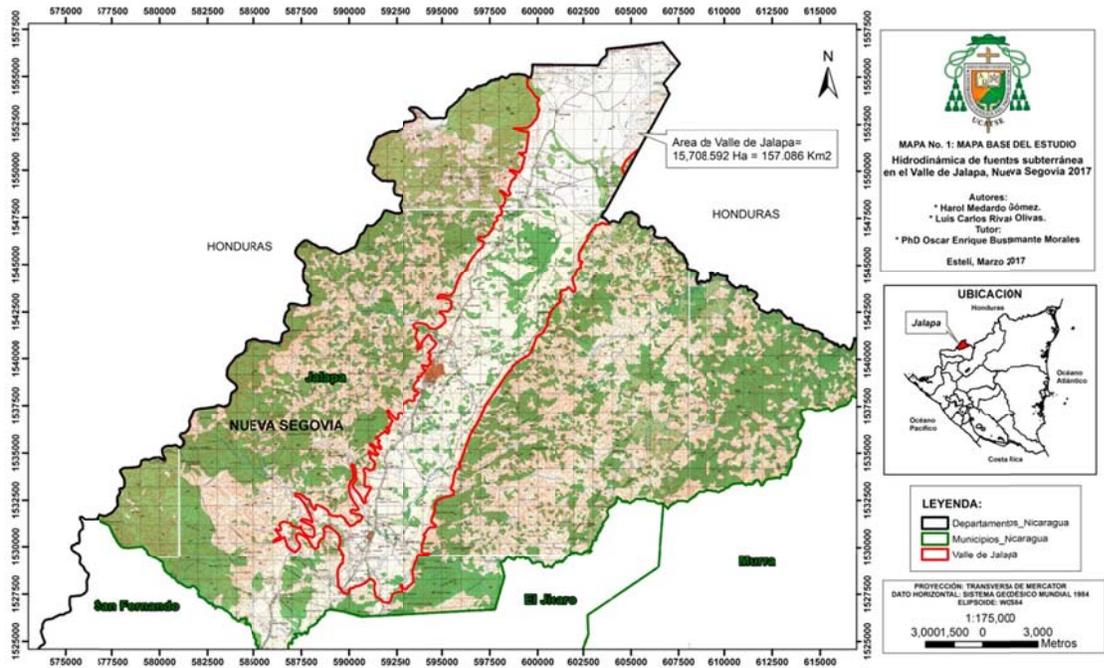
Mapa No.1: Ubicación de las comarcas e Hidrografía de las zonas de estudio.



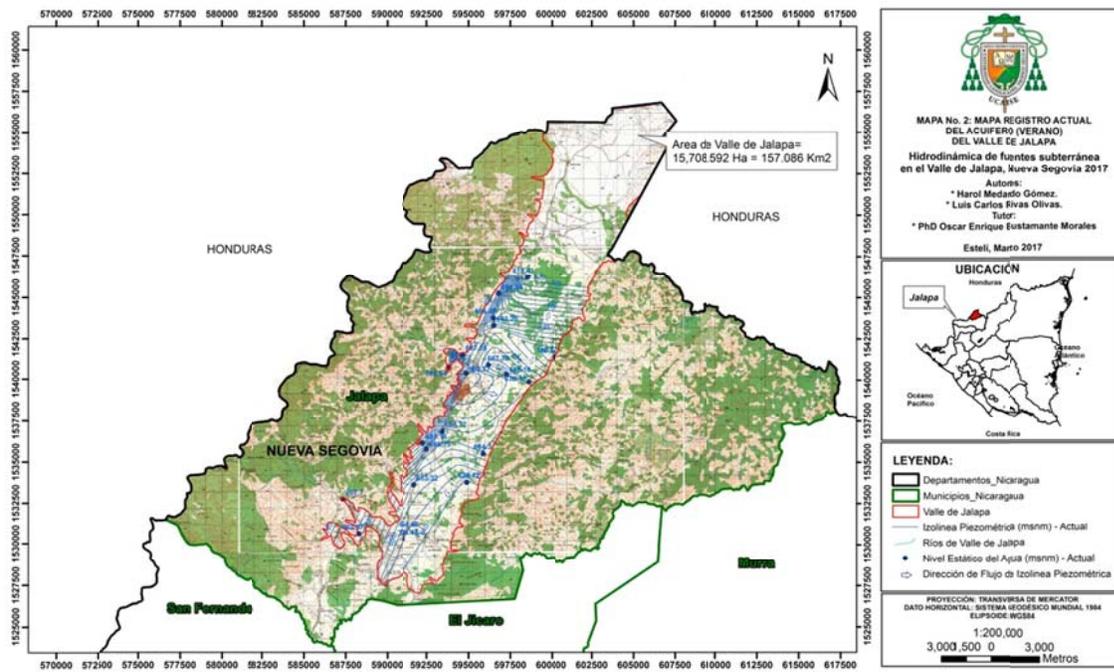
Mapa No.2: Macrilocalizacion del Municipio de Jalapa, Nueva Segovia.



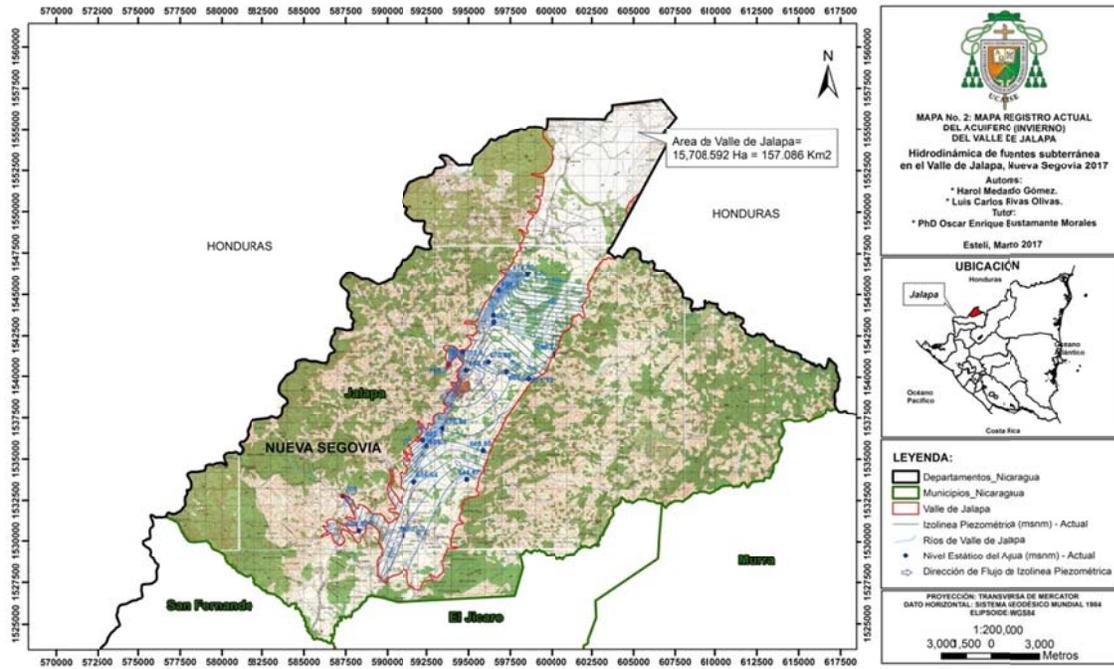
Mapa No. 3: Mapa base del Área de Estudio (Valle De Jalapa)



Mapa No. 4: Mapa del Valle de Jalapa época de verano



Mapa no. 5: Mapa del Valle de Jalapa época de invierno

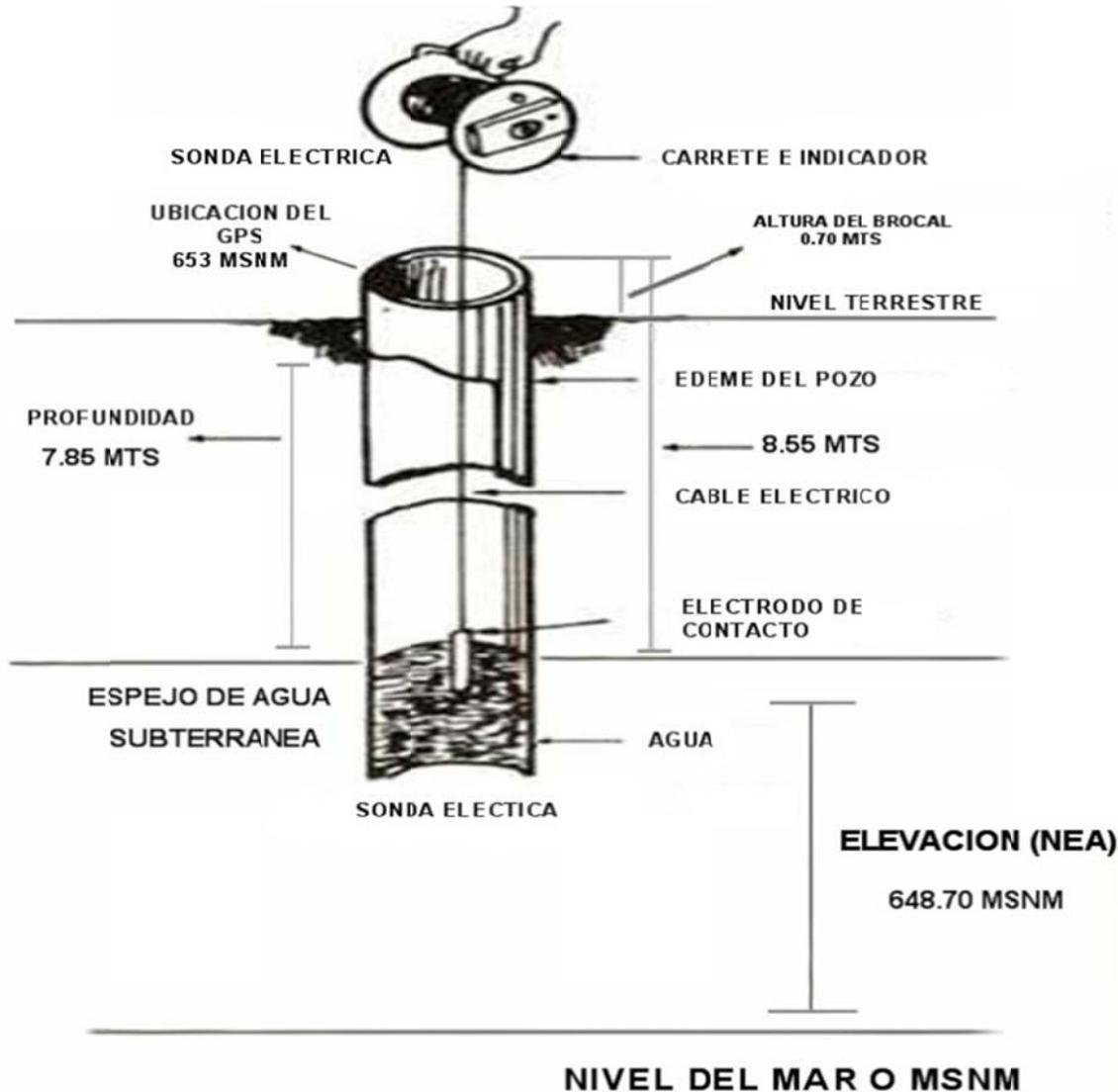


ANEXO II. VARIACION DE LA PROFUNDIDAD EN LOS POZOS Y NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA EN AMBAS EPOCAS DEL AÑO.

Comparación de los descensos del agua en metros en los pozos

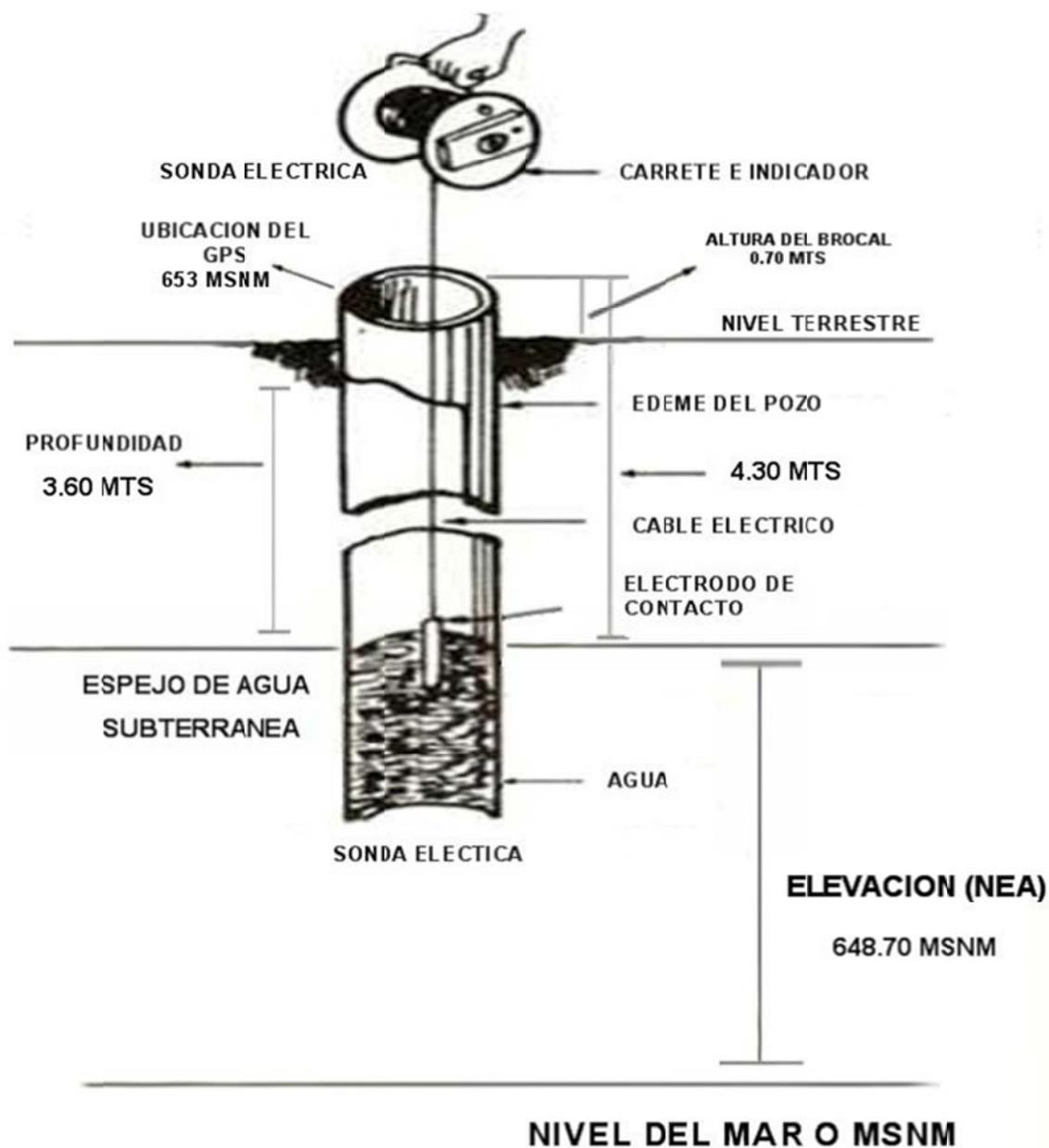
No. Del Pozo	COMUNIDAD	COORDENADAS (UTM WGS84)		PROF. Del NEA	ALTURA DEL BROCAL	TOTAL DE PROF. DEL AGUA en Verano	PROF. Del NEA	ALTURA DEL BROCAL	TOTAL DE PROF. DEL AGUA en Invierno
		ESTE	NORTE						
1	LA MIA	591042	1530356	8.55	0.70	7.85	4.30	0.70	3.60
2	APASULU	588293	1530676	13.43	0.60	12.83	9.18	0.60	8.58
3	AGUAS CALIENTE	587342	1532766	1.30	0.36	0.94	1.00	0.36	0.64
4	INTELITE CASA ROJA	591737	1533631	10.68	0.77	9.91	7.36	0.77	6.59
5	TASTALI	592501	1535802	1.27	0.75	0.52	0.90	0.75	0.15
6	TASTALI YUMPALI	592272	1536153	4.84	0.64	4.20	3.30	0.64	2.66
7	EL JUNCO	594902	1533783	7.28	0.43	6.85	4.93	0.43	4.50
8	EL CARBON	595881	1535524	5.70	0.89	4.81	4.02	0.89	3.13
9	EL PORTILLO	598610	1539908	10.82	0.80	10.02	9.88	0.80	9.08
10	NUEVO AMANECER	600166	1541402	0.46	0.00	0.46	0.26	0.00	0.26
11	RIO ABAJO	597269	1540347	3.84	0.70	3.14	2.93	0.70	2.23
12	PASMATA	572042	1497202	1.59	0.25	1.34	0.45	0.25	0.20
13	EL TRAPICHE	596803	1545262	0.45	0.00	0.45	0.30	0.00	0.30
14	SAN ANTONIO DE CHUSLI	596490	1543761	13.53	0.62	12.91	11.70	0.62	11.08
15	CHUSLI	596512	1543310	13.72	0.70	13.02	9.30	0.70	8.60
16	PASTASTE	572042	1497202	1.46	0.45	1.01	0.80	0.45	0.35
17	SANTA ROSA	594669	1541548	17.15	0.28	16.87	12.40	0.28	12.12
18	SONLOLI	596197	1540925	10.22	0.50	9.72	7.15	0.50	6.65
19	LA GARITA	594856	1540427	6.23	0.59	5.64	4.50	0.59	3.91
20	LOS CHIQUIRINES	593445	1536866	6.23	0.75	5.48	4.16	0.75	3.41

**ANEXO III. USO DE LA SONDA ELECTRICA PARA LA OBTENER PROFUNDIDAD Y NIVEL ESTATICO DEL AGUA EN AMBAS EPOCAS DEL AÑO 2017.
EPOCA DE VERANO**



Ejemplo 1. Medición de pozo localizado en la comunidad La Mia en época de verano.

EPOCA DE INVIERNO



Ejemplo 2. Medición de pozo localizado en la comunidad La Mía en época de invierno.